



EESTI MAAÜLIKOOL  
Tehnikainstituut

**Mirko Kaunis**

**MAANTEEAMETI NÕUETELE VASTAV TURVAKAAR  
MITSUBISHI COLT CA0 NÄITEL**

A ROLLBAR IN CONFIRMATION WITH THE ESTONIAN  
ROAD ADMINISTRATION REQUIREMENTS ON THE  
EXAMPLE OF MITSUBISHI COLT CA0

Bakalaureusetöö  
Tehnika ja tehnoloogia õppekava

Juhendaja: lektor Marten Madissoo, *PhD*

Tartu 2018

# LÜHIKOKKUVÕTE

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Mirko Kaunis		Õppekava: Tehnika ja tehnoloogia	
Pealkiri: Maanteeameti Nõuetele vastav turvakaar Mitsubishi Colt CA0 näitel			
Lehekülgi: 30	Jooniseid: 16	Tabeleid: 2	Lisasid: 2
<p>Õppetool: Biomajandustehnoloogiate õppetool</p> <p>ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Maanteetransporditehnoloogia, T280</p> <p>Juhendaja(d): Marten Madissoo</p> <p>Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2018</p>			
<p>Autosport võib olla ohtlik, kuna tegemist on mootorsõidukite ning suurte kiirustega. Rahvaspordis, tänavasõiduautodel toimuvatel kiirusvõistlustel osaleval sõidukil soovitakse tõsta sõitjate turvalisust. Töö eesmärk on koostada turvakaar tänavasõiduautole Mitsubishi Colt CA0 ja see valmistada, arvestades Maanteeameti ning Eesti Autospordi Liidu rahvaspordi alajaotuse reegleid. Soov on ära kasutada võimalikult palju lubatud modifikatsioone, mis on lubatud rahvaspordiautodele. Töö käigus selgitati rahvaspordi olemust ja tehnilisi tingimusi ning maanteeameti nõudeid turvakaarele. Lisaks tutvustati Rahvusvahelise Autoliidu (<i>FIA</i>) nõudeid ohtussõrestikule ning selle olulisust. Vastavalt <i>FIA</i> nõuetele ning tehtud mõõtmistele koostati turvakaare projekt. Turvakaare valmistamise ning sõidukisse paigaldamise protsess on teostamisel.</p>			
Märksõnad: turvakaar, ohutussõrestik, rahvasport, Maanteeamet			

# ABSTRACT

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract Bachelor's Thesis	
Author: Mirko Kaunis		Curriculum: Engineering and technology	
Title: A rollbar in confirmation with the Estonian Road Administration requirements on the example of Mitsubishi Colt CA0			
Pages: 30	Figures: 16	Tables: 2	Appendixes: 2
Chair: Biosystems Engineering Field of research and (CERC S) code: Road transport technology, T280 Supervisors: Marten Madissoo Place and date: Tartu, 2018			
Racing car sport may be dangerous because of motor vehicles and high speeds. According this bachelor's thesis, the author wishes to make safer the vehicle, which is participating on the street legal cars organized competitions. The aim of this bachelor's thesis is to make a rollbar for Mitsubishi Colt CA0 in confirmation with the Estonian Road Administration and the Estonian Autosport Union amateur sport division requirements. The desire is to take maximum of modifications that are allowed for amateur sports cars. During the work, with the Estonian Road Administration requirements and the amateur sport substance and technical requirements were explained. In addition, the requirements of the International Car Federation ( <i>FIA</i> ) for the safety cage and its importance were introduced. According to the <i>FIA</i> requirements and measurements in the vehicle, a rollbar draft was prepared. The production of the rollbar and installation to the vehicle are in progress.			
Keywords: rollbar, safety cage, amateur sport, the Estonian Road Administration			

# SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE .....	2
ABSTRACT .....	3
SISSEJUHATUS .....	5
1. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED .....	6
2. RAHVASPORT .....	7
2.1 Rahvaspordi olemus.....	7
2.2 Tehnilised tingimused.....	8
2.3 Maanteeameti tingimused turvakaarele .....	9
3. OHUTUSSÕRESTIK.....	11
3.1 Olulisus .....	11
3.2 Konstruktsioon.....	12
3.3 Nõuded ohutuspuuri ühendamisel auto kerega .....	15
4. TURVAKAARE PROJEKT .....	16
4.1 Kasutatav Mitsubishi Colt CA0 .....	16
4.2 Mõõtmised .....	17
4.3 Turvakaare mudel .....	22
5. TURVAKAARE EHITUS .....	24
KOKKUVÕTE .....	25
KIRJANDUS .....	26
LISAD .....	27
LISA A. Turvakaare joonised.....	28

## SISSEJUHATUS

Käesolev bakalaureusetöö on valmistatud antud teemal töö autori huvist autospordi vastu. Teema valikule aitas kaasa pealkirjas välja toodud tänavasõiduauto Mitsubishi Colt CA0 isiklik olemasolu ning aktiivne Eesti Autospordiliidu rahvaspordi alajaotusega tegelemine. Kuna rahvaspordi sõiduki tehnilised tingimused lubavad teha kooskõlas Maanteeameti nõuetega tänavasõiduautole modifikatsioone, siis annab see võimaluse muuta ohutust ning sõiduki kere jäikust.

Lõputöö sisu on jaotatud viieks põhiosaks:

Esimeses peatükis tutvustatakse töö eesmärki ning selle saavutamiseks lahendatavaid ülesandeid.

Teises peatükis selgitatakse rahvaspordi olemust ja sõidukile lubatavaid modifikatsioone antud alal.

Kolmandas peatükis kirjeldatakse kogu ohutussõrestiku olulisust ning nõudeid rahvusvahelisele kasutamisele.

Neljandas peatükis teostatakse valitud sõidukiga vajalikud mõõtmised ning valmistatakse turvakaare mudel.

Viiendas peatükis selgitatakse turvakaare ehituslikku poolt.

Lõputöös käsitletav turvakaar tänavasõiduautosse Mitsubishi Colt CA0 on planeeritud kindlasti ka valmis ehitada.

# 1. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on koostada turvakaar tänavasõiduturvaautole Mitsubishi Colt CA0 ja see valmistada, arvestades Maanteeameti ning Eesti Autosporti Liidu rahvaspordi alajaotuse reegleid.

Töö eesmärgi saavutamiseks on tarvis lahendada järgmised ülesanded:

1. Anda ülevaade rahvaspordist, selle tehnilistest tingimustest ning uurida välja missugused on maanteeameti tingimused turvakaarele.
2. Tutvustada ohutussõrestiku olulisust, Rahvusvahelise Autoliidu (*FIA*) nõudeid ning konstruktsioonilist ülesehitust.
3. Koostada projekt Mitsubishi Colt CA0 kohta.
4. Teostada projekt

Kuna autosport on ohtlik spordiala, siis tuleb tuleb konstrueeritav turvakaar valmistada hoolikalt ning vastavalt nõuetele selleks, et võimaliku õnnetuse korral kaitseks see sõitjaid.

## **2. RAHVASPORT**

### **2.1 Rahvaspordi olemus**

Rahvasport on Eesti Autospordi Liidu (EAL) võistlusliik, mis on tuntud tänavasõiduautodele mõeldud autospordialana. Seda autospordi alajaotust juhib Rahvaspordi komitee, mis allub Eesti Autospordi Liidu juhatusele. Võistlusi korraldavad Eesti Autospordi Liidu poolt heaks kiidetud mittetulundusühingud. Rahvaspordivõistluse korraldamiseks tuleb korraldajal esitada EAL-i 4 nädalat enne võistlust võistlusjuhendi projekt, võistlusraja ohutusplaan ning rajaluba. Võistlusraja vastavust võistlusmäärusele ning ohutusplaanile kontrollib Rahvaspordi komitee määratud ning EAL poolt kinnitatud ohutusvaatleja enne võistlust.

Võisteldakse võistluseks suletud teedel või kinnistel territooriumitel. Võistluste hooaeg on talvest sügiseni, mis võimaldab kasutada nii lume-, jää-, kruusa- ning asfalkattega teid. Rahvasport jaguneb omakorda rahvaralliks ning rahvasprindiks.

Rahvasprint on autoralli lisakatse sarnane kiirusvõistlus, kus kasutatakse soovituslikult umbes 3 kilomeetrist tavalikkuseks suletud teelõiku, mida läbitakse kolmel korral. Igas voorus fikseeritakse aeg, millega võistleja raja läbis. Võistluse tulemus saadakse kolmest voorust kahe parema tulemuse kohapunktide liitmise teel. Võistleja, kel on tulemuste protokollil vähim punkte, on oma võistlusklassi parim. Arvestades, et võisteldakse tänavasõiduautodel, tuleb rahvasprindi korraldajal valida võimalikult ohutu võistlusrada. Tuleb tagada, et auto teelt väljasõidu korral on tee ääres asuvate objektidega kokkupõrke oht väike ning võistlusautod on rajal pidevalt turvatöötajate vaateväljas. Lisaks peab korraldaja tagama sellise raja, kus kiireima kaheveolise auto keskmine kiirus ei tohi ületada 55km/h. Ohutu võistlusraja saamiseks lisatakse rajale lisatakistusi, et muuta ohtlikud kohad ohutuks ning hoida keskmine kiirus lubatud piirides. [2] Võrdlusena saab välja tuua autoralli lisakatse iseloomustuse, kus sõidetakse tavaliselt 10-30 kilomeetriseid võistlusradu ning keskmine kiirus ei tohi olla üle 130 km/h [1].

Rahvaralli on autoralli lisakatsete sarnane kiirusvõistlus, mille eeskujuks on Eesti autoralli rahvuslikud võistlusmäärused. Erinevalt rahvasprindist koosneb rahvaralli mitmest erinevast lisakatsesest ning ülesõitudest. Määratud on võistlusraja maksimaalne pikkus, milleks on 250 kilomeetrit ning raja kogupikkusest oleneb ka lisakatsete arv. Iga 25 kilomeetri kohta peab olema vähemalt üks lisakats. Meeskond koosneb kahest võistlejast: juhust ja kaardilugejast. Võistlusekipaži kasutatavateks põhidokumentideks on legendiraamat, ajakaart ning võistluse juhend. Lisaks on abistavaks dokumendiks rajakaart. Võistlusrajaga eeltutvumine on keelatud. Võistluse korraldaja poolt koostatud legendiraamat sisaldab lisakatsete läbimise ohutuks abistamiseks mõeldud joonist, skeemi või stenogrammi. Kiiruskatse maksimaalne keskmine kiirus rahvarallis võib olla kiireima kaheveolise auto järgi kuni 50 km/h ning ülesõitude puhul 60km/h. Ülesõitude peavad võistlejad järgima kehtivat Liiklusseadust ning korraldaja poolt fikseeritud rikkumine karistatakse ajalise trahviga, mis lisatakse lisakatsetelt saadud tulemusele. Lisaks on võimalik saada ajaline karistus valestardi eest või kiiruskatsetele paigutatud lisatakistuste paigalt liigutamise eest. Lõpptulemus saadakse lisakatse tulemuste, rajalt ning mujalt saadud karistuste summana. Võistluse parimaks saab meeskond, kelle lõpptulem on ajaliselt väikseim. Kui tekib olukord võrdse tulemuse näol, siis parema koha saab ekipaaž, kellel on parem tulemus esimesel lisakatsel. Kui ka see tulemus on võrdne, siis võrreldakse teise katse aegu ning ka vajadusel järgmisi, kuni saab välja selgitada parema meeskonna [3].

## **2.2 Tehnilised tingimused**

Enne võistluste starti tuleb võistlusauto esitada tehnilisse kontrolli ülevaatamiseks juhendis esitatud kellaajaks. Tehniline komisjon kontrollib auto ning ohutusvarustuse vastavust kehtivatele rahvaralli ja –sprindi tehnilistele tingimustele ning võistlusjuhendile. Kui võistlusauto ei vasta nõutud tingimustele, siis seda võistlusele ei lubata.

Käesoleva bakalaureusetöö pealkirjas nimetatud marki auto osaleb Eesti Autospori Liidu rahvaspori võistlustel. Tuginedes valitud lõputöö teemale ning auto sihtotstarbelisele kasutusale, võetakse muudatuste lubamise aluseks sõiduki kere kohta käivad rahvaralli ja –sprindi tehnilised tingimused.



- 1) Auto peab olema korrektse välimusega. Sõidukil ei tohi olla avarii ega amortisatsiooni tagajärgi, mis võivad mõjuda sõiduki juhtimisele või võistluse ohutusele.
- 2) Sõiduki kere kandevkonstruktsiooni ja keredetaile pole lubatud muuta ega ümber ehitada.
- 3) Väliselt on lubatud kasutada põhjakaitseid, porilapatseid ja lisatulesid.
- 4) Sõiduki kere külge ei tohi olla lisaks kinnitatud väljaulatuvaid seadmeid ja esemeid. Sellistest detailidest on lubatud vaid spoiler, tiiva- ja karbilaiendid ning haagisekonks, mis ei tohi aga auto üldisest perimeetrist välja ulatuda.
- 5) Auto salongis olev armatuur, uksepolsterdus ja ettenähtud detailid tuleb säilitada algsetena ning olema autotootja poolt mudelile ette nähtud. Autost on lubatud eemaldada põranda polsterdus.
- 6) Kahemahulistel autodel võib eemaldada tagumise aknalaua ehk nn. mütsiriivi.
- 7) Sõiduki istekohtade arv peab olema algne ning autotootja poolt mudelile ette nähtud. See võib olla muudetud vaid juhul, kui autole on paigaldatud turvakaar ning on vastav märke sõiduki registritunnistusel.
- 8) Lubatud on amordikannude vaheline tugevdustala ehk nn. strutbar [4].

Loetelus on peamised modifikatsioonid, mis on lubatud rahvaspordis. Tehniliste tingimuste juhend ütleb ka seda, et kõik muudatused autole, mida pole konkreetselt lubatud teha, on keelatud. Seega pole palju võimalik autot ralliauto sarnaseks muuta, sest sõiduk peab vastama tänaval sõidu tingimustele.

Kuna lõputöö näitena kasutatav sõiduk sõidab rahvasporti, siis tehniliste tingimuste nimekiri annab õiguse kasutada võistlustel Maanteeametis registreeritud turvakaart.

## **2.3 Maanteeameti tingimused turvakaarele**

Tänavalegalse sõiduki ümberehituseks tuleb pöörduda Maanteeametisse. Turvakaare registreerimiseks tuleb sõiduki omanikul pöörduda sobivasse teenindusbüroosse ümberehitusavalduse ning sõidukis oleva valmis turvakaarega ettenäitamiseks. Maanteeameti poolt on turvakaarele esitatud järgmised nõuded:

- 1) Turvakaar peab asuma esiistmete taga;
- 2) sõidukist on eemaldatud tagumised istmed ja tagumised turvarihmad;
- 3) on paigaldatud püsivalt;
- 4) ei tohi mõjutada mingil viisil reisijate salongi üldist funktsionaalsust;
- 5) ei tohi paikneda pea liikumispiirkonnas.

Maanteeameti nõuded turvakaarele on üsna pealiskaudsed. Pole toodud välja materjali, millest kaar valmistada ning missugune võiks olla selle struktuur. Väga tähtis on ohutussõrestiku ülesehitus, sest halvasti ehitamise korral võib see tuua kasu asemel kahju.

## 3. OHUTUSSÕRESTIK

### 3.1 Olulisus

Ohutussõrestik on rahvuslikult ning rahvusvaheliselt autospordis sportvõistlusautodel väga tähtsal kohal. Kuna tegemist on sõidukite ning suurte kiirustega, sõltub ohutuskonstruksioonist suurel määral võidusõitjate turvalisus võimaliku õnnetusjuhumi korral.

Oluline on teada detaile, mis moodustavad ohutussõrestiku. Rahvusvaheline Autoliit (*FIA*) on kehtestatud nõuded ohutusstruktuuri ehitusele ja osadele. Järgnevalt on toodud välja kõik võimalikud ohutussõrestiku osad:

- 1) Turvapuur on sõiduki sõitjateruumi võimalikult kere lähedale ehitatud torukonstruksioon, mis on konstrueeritud auto tõsisemate keredeformatsioonide vähendamiseks ümberpaiskumisel või kokkupõrkel;
- 2) Turvakaar on kaarekujuline toruraam koos kinnituspunktidega;
- 3) Peaturvakaar on risti auto pikiteljega, esiistmete taga auto kogulaiuses paiknev püstine või ligilähedaselt püstine (maksimaalne nurk vertikaalsuunas +/- 10°) kaar. Toru telg peab paiknema kogu ulatuses ühel tasapinnal;
- 4) Esikaar on turvakaar, mille kuju sarnaselt peaturvakaarele järgib sõiduki tuuleklaasi poste ning katuse esimest äärt;
- 5) Külgkaar on raam, mis asub sõiduki paremal ja vasakul küljel pikisuunas võimalikult vertikaalsena. Eesmine toru kopeerib tuuleklaasi poste ning tagumine toru peab olema paigutatud täpselt esiistme taga ja olema külgvaates sirge;
- 6) Poolkülgkaar on identne külgkaarega, kuid puudub tagumine toru. Kinnitub peaturvakaare külge;
- 7) Pikiühenduslüli on pikisuunaline toru, mis ühendab esi- ja peakaare ülemised osad;
- 8) Ristiühenduslüli on ristisuunaline toru, mis ühendab poolkülg- või külgkaarte ülemised osad;
- 9) Diagonaalühenduslüli on risti toru peaturvakaare või külgkaare tagatoe ülanurga ja peaturvakaare teise külje või külgkaare teise tagatoe alanurga vahel;

- 10) Eemaldatav lüli on turvakaare lüli, mis on eemaldatav;
- 11) Struktuuri tugevdus on ohutuspuuri külge kinnitav toru tema tugevduse parandamiseks.
- 12) Kinnitusalus on keevitatud plaat kaare toru otsas, et konstruktsioon oleks võimalik kinnitada polt- või keevisliitega sõiduki tugevdusplaadi külge;
- 13) Tugevdusplaat on kere külge keevitatud plaat, mille külge ohutussõrestik kinnitatakse;
- 14) Tugevduslüli on torude keevisliitepunktide ja paindumiskohtade vaheline tugevdus U-kujulisest miinimum 1.0mm paksusega lehtmestallist. Tugevduslüli suurus sõltub toru läbimõõdust ning peab ulatuma paindetipust eemale sellest 2 kuni 4 ühiku võrra. Nurga ülaosas on lubatud väljalõige, kuid selle raadius ei tohi olla suurem kui 1,5 korda suurimast toru läbimõõdust.

Eelmainitud olulised ohutussõrestiku osad on aluseks nõuetele vastava turvapuuri ehitamiseks *FIA* poolt. Kõik võidusõiduautoga seotud ohutusvarustus on reglementeeritud *FIA* koostatud dokumendis nimega Lisa J – artikkel 253 2018 [1, 5].

### 3.2 Konstruktsioon

Ohutussõrestiku ehitamisel järgides *FIA* nõudeid, tuleb kasutada etteantud mõõtudega ning omadustega torusid (tabel 1).

**Tabel 1.** Ohutussõrestiku materjal, omadused ja kasutusala [1].

Materjal	Miinimum tõmbetugevus, <i>MPa</i>	Miinimum mõõdud, <i>mm</i>	Kasutusala valmistamisel
Külmalt töödeldud õmbluseta süsinikteras (C kuni 0,3%)	350	45,0 x 2,5 või 50,0 x 2,0	Peakaar või külgkaared vastavalt baaskonstruktsioonile
		38,0 x 2,5 või 40,0 x 2,0	Poolkülgkaar ja muud ohutuspuuri osad

Ohutussõrestik koosneb baassõrestikust ning kohustuslikest lisalülidest ning tugevustest, millele võib lisada valikuliselt lisalülisid ja tugevdusi.

Baaskonstruksiooni ehitamiseks on võimalusi kolm: 1) peaturvakaar, esikaar, kaks pikiühenduslüli, kaks tagatuge, kuus kinnitusalus; 2) kaks külgkaart, kaks ristühenduslüli, kaks tagatuge, kuus kinnitusalus; 3) peaturvakaar, kaks poolkülgkaart, üks ristühenduslüli, kaks tagatuge, kuus kinnitusalus (joonis 1). Peaturvakaare vertikaalsed osad peavad olema võimalikult ligi sõiduki kere sisemisele kontuurile. Peaturvakaare painutamisel võib püstosadele teha ainult ühe painde selle alumises osas. Külgkaare või esikaare aknapost peab samuti järgima aknaraami kuju ning nendele võib teha vaid ühe painde alumises osas. Külgkaare ja põiklülide, esi- ja põhikaare, poolkülgkaare ja põhikaare lülide ühendused peavad olema katuse tasapinnas. Katuse tasapinnas ei tohi olla rohkem kui neli lahtivõetavat ühendust.

Baaskonstruksiooni tagatugede kinnitus peab olema katusetasandi ja peaturvakaare mõlemal pool ülemiste välimiste kaarte lähedal. Tagatoed peavad olema võimalikult lähedal kere sisemisele osale, pikisuunas sirged ning moodustama vertikaliga 30-kraadise nurga [1].



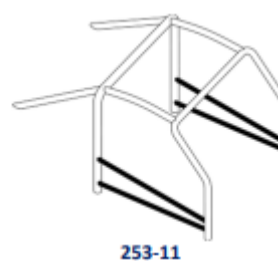
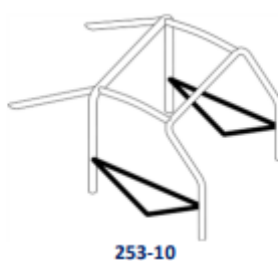
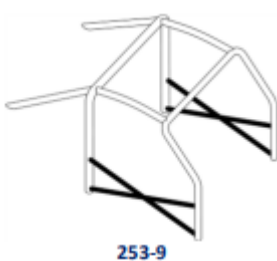
**Joonis 1.** Ohutussõrestike baaskonstruksioonid [5].

Kui baaskonstruksioon on paigas, siis tuleb ohutussõrestikku täiendada kohustuslike elementide ja tugevdustega. Esiteks peab peaturvakaares olema kaks diagonaali, mis peavad olema sirged (joonis 2). Diagonaali alumine ühinemiskoht vertikaaltoruga ei tohi kinnitusaluselt olla kaugemal kui 100mm ning ülemine osa peab kinnituma peaturvakaarega maksimaalselt 100mm kaugusel ühenduskohast tagumise toega.



**Joonis 2.** Peaturvakaare diagonaalid [5].

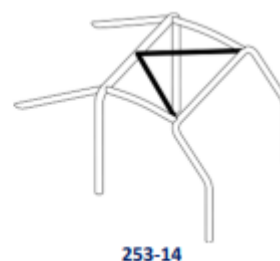
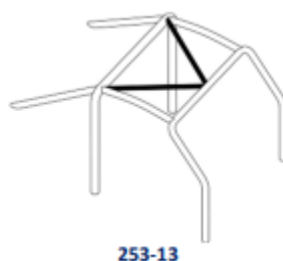
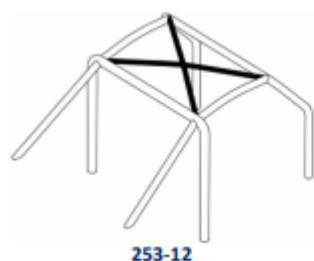
Järgmisena on kohustusliku elemendina külgakaitset pakkuvad uksetugevdused. Külgtorud tuleb paigaldada võimalikult kõrgele, kuid kinnituskohadest poole ukseava kõrgusest madalamale. Külgtorude paigaldamiseks on 3 varianti (joonis 3). X-kujulise uksetugevduse puhul peaks üks lüli olema katkestuseta.



**Joonis 3.** Üksetugevdused [5].

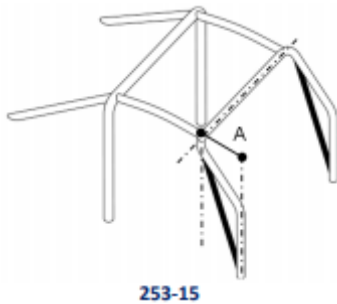
Katusetugevdusi võib olla kolme varianti (joonis 4). Ohutussõrestiku katusetugevdused ei pea olema sirged, võivad kopeerida katuse kaardumist.

Tugevduslülide otsad peavad X-kujulise tugevduse puhul olema peakaare ja pikilülide kinnituskohast vähem kui 100mm kaugusel.



**Joonis 4.** Katusetugevdused [5].

Esiaknapostide tugevdused peavad olema paigaldatud esikaare mõlemale poolele juhul, kui mõõde "A" on rohkem kui 200mm (joonis 5). Need võivad olla painutatud kuni 20 kraadi, kui külgvaates on sirgjoonelised. Tugevduslülili ülemine osa peab olema vähem kui 100mm kaugusel külgkaare ja ristühendus või esikaare ja pikiühenduslülili kinnituskohast. Alumine osa ei tohi olla esi- või küljekaare kinnitusaluselt kaugemal kui 100mm.



**Joonis 5.** Aknapostide tugevdused [5].

Paindekohtasid ja ühendusi tuleb tugevdada. Vähemalt kahe kinnituslüliliga peavad olema tugevduslüliliga tugevdatud peakaare diagonaallülid, uksetugevdused ja katusetugevdused (diagonaalide puhul). Lisaks peavad ukse- ja aknapostide tugevdused olema tugevdatud kahe tugevduslüliliga.

Lisaks on võimalik vabal valikul ohtussõrestikule lisada soovituslikud lülid ja tugevdused, mis on toodud välja *FIA* lisa j – artikkel 253. Need võivad olla keevitatud või demonteeritavate liigestena vastavalt konstruktori soovile neid lisada [1,5].

### 3.3 Nõuded ohutuspuuri ühendamisel auto kerega

Minimaalselt tuleb ohutussõrestik ühendada ühe kinnitusega iga esikaare samba, iga külg- või poolkülgkaare samba, iga peakaare samba ja iga tagatoe juurest kere külge. Iga kinnituskoht peab olema kinnitatud minimaalselt M8 kvaliteetitugevusega 8.8(*ISO* standard) poldiga vähemalt 3 mm paksuse ja 120 cm<sup>2</sup> pindalaga tugevusplaadi külge, mis on omakorda keevitatud kere külge. Ohutussõrestiku võib tugevusplaadi külge ka keevitada. Tagumised toed peavad olema kinnitatud minimaalselt kahe M8 poldiga ja kinnitusjalaga vähemalt 60 cm<sup>2</sup>. Kogu ohutuspuuri võib keevitada ka otse kere külge [5].

## 4. TURVAKAARE PROJEKT

### 4.1 Kasutatav Mitsubishi Colt CA0

Sõiduk, mille näitel turvakaare projekt valmistada, on lõputöö autori isiklik ning annab võimaluse seda kasutada igal ajahetkel lõputöö valmimise tarvis.

Tegemist on 1993. aastal toodetud Mitsubishi Coltiga, mis on 1.6 liitrise kubatuuriga ning kaalub vaid 945 kg (joonis 6). Oma väikese massi ning piisavalt võimsa mootori kohta on see hea sõiduk rahvaspordis võistlemiseks. Auto soetati 2017. aasta septembris Tartu vallast.



**Joonis 6.** Näitena kasutatav Mitsubishi Colt CA0.

Kui vanemad Jaapanis toodetud sõidukid on tuntud oma õhukese pleki ning roostetanud keredega, siis antud juhul on tegemist kere poolest üsna heas konditsioonis tänavasõiduautoga. Ostes olid läbi roostetanud sõiduki küljekarpite tagumised otsad. Peale



ostu vahetas töö autor mõlema poole küljekarbid täies ulatuses välja, et mitte lasta olukorral halvemaks minna ning taastada auto jäikust. Autori soov on rahvaspordis lubatavaid modifikatsioone maksimaalselt ära kasutada, lisades sõidukisse Maanteeameti nõuetele vastava turvakaare. See annab lisajäikuse auto kerele ning muudab õnnetuse puhul sõiduki ohutumaks. Lisaks sellele projekteeritakse turvakaar Rahvusvahelise Autoliidu (*FIA*) ohutuspuuri nõuete kohaselt, mis annab võimaluse hilisema soovi korral ehitada kogu salongi ulatuses ohutussõrestik, et võistelda näiteks autorallis.

## 4.2 Mõõtmised

Tutvunud Maanteeameti, Eesti Autospori liidu rahvaspordi alajaotuse tehniliste tingimustega ning *FIA* ohutuspuuri reeglitega, sai asuda auto tagaosa mõõtmiste juurde. Mõõdete saamisel kasutati mõõdulinti ning markerit. Alustuseks tuli eemaldada mitmeid salongidetaile. Põranda polsterdus oli eemaldatud juba varasemalt. Enne mõõtmisi tuli eemaldada veel tagumine aknalaud, lae polsterdus, uksepiitade plastikud, külgmised plastikud ning tagumised istmed ja turvavööd (joonis 7).



**Joonis 7.** Eemaldatud salongidetailid.

Turvakaar koosneb sõiduki esiistmete taha jäävast peaturvakaarest ning tagapostidest. Sõiduki kere külge kinnitub see nelja kinnitusjalaga. *FIA* nõuded ütlevad, et peaturvakaare vertikaalsed osad tuleb projekteerida võimalikult ligi sõiduki kere sisemisele kontuurile ehk kogu auto laiuses. Selleks tuli sõidukis otsida koht, kuhu peaks ühel tasapinnal kinnituma peaturvakaar. Sobiva kohana valiti peaturvakaare sammaste jaoks välja tagumise istme esimesed välimised nurgad, mis jäävad fotol mõõdulindi otstesse (joonis 8).



**Joonis 8.** Peaturvakaare alumise osa laiuse mõõtmine.

Peaturvakaare painutamisel võib püstosadele teha ainult ühe painde selle alumises osas, mille asukoht on mõõdetud joonisel 9. *FIA* reeglid ütlevad, et kaar peab olema sõiduki kõrvalt vaates ligilähedaselt püstine, lubatud on kallak 10 kraadi sõiduki pikiteljel ette- või tahasuunas. Töö autori alumise paindekoha määramiseks tehtud fotol on näha, et maanteeameti nõue, milleks oli, et turvakaar ei tohi mõjutada reisijate salongi üldist funktsionaalsust, on täidetud. Kaare olemasolu ei sega turvavöö kasutamist ega asu pea liikumiskiirkonnas. Kui lasta esiiste maksimaalselt tagumisse asendisse, jääb kaugus turvakaarest umbes viis sentimeetrit.



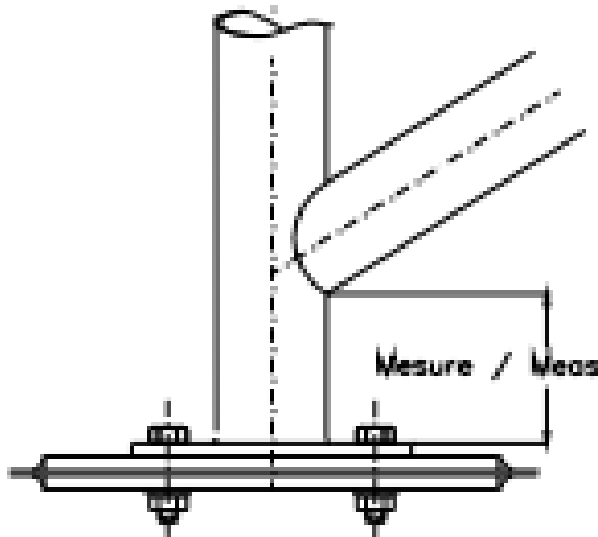
**Joonis 9.** Peaturvakaare alumise osa paindekoha mõõtmine sõiduki sisekülje järgimiseks.

Järgmisena tuli mõõta peaturvakaare ülemise osa ehk katuse laius (joonis 10). Sõiduki pikisuunas jooksvad katuseraamid on kaare ülemises osas paarikümne sentimeetri ulatuses konstantse vahega. Seega ei tehki probleemi laiuse osas, kui mingil põhjusel peaks kasutama külge ehitamisel pikisuunas ette ning taha lubatud kallaku tolerantsi.



**Joonis 10.** Peaturvakaare ülemise osa laiuse mõõtmine.

Projekteerides turvakaart *FIA* nõuete järgi, tuleb peaturvakaare sisse lisada kaks diagonaallüli. Lisatavate diagonaalide alumised osad peavad kinnituma peakaare külge mitte kaugemal, kui 100 mm ühinemiskohast kinnitusalusel (joonis 11).



**Joonis 11.** Diagonaali alumise osa kaugus kinnitusalusel [1].

Diagonaali ülemine ots peab kinnituma peakaare külge mitte kaugemal, kui 100mm tema ühenduskohast tagatoega. Seega tuli järgmisena välja mõõta turvakaare tagumised toed (joonis 12). *FIA* reeglite kohaselt peavad tagatoed kinnituma katusetasandi ja peaturvakaare paremal ja vasakul pool ülemiste välimiste kaarte lähedal. Need peavad olema võimalikult lähedal kere sisemisele osale, pikisuunas sirged ja moodustama vertikaaliga vähemalt 30-kraadise nurga. Turvakaare tagatugede kinnituskohadeks valiti sõiduki tagumiste rattakoobaste pealmised osad.





**Joonis 12.** Tagatugede pikkuste mõõtmine.

Mõõtmiste tulemused on toodud välja tabelis 2.

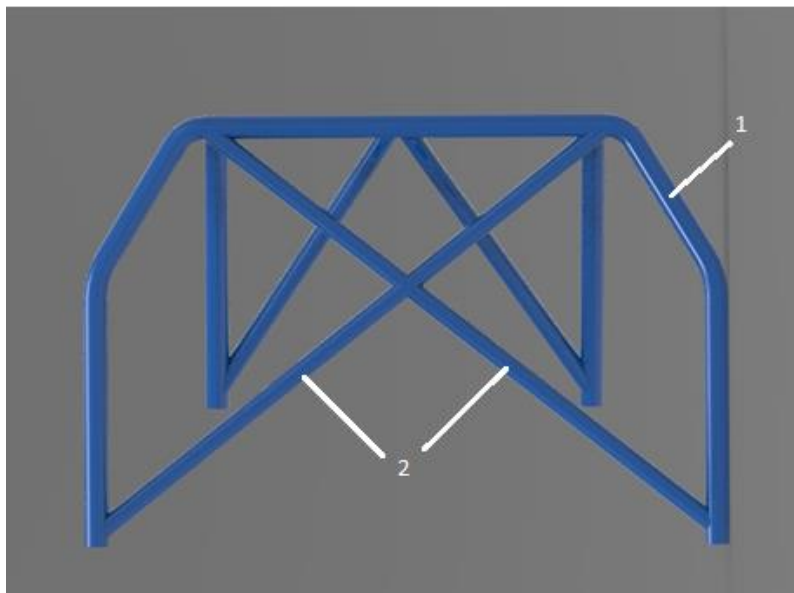
**Tabel 2.** Turvakaare konstrueerimiseks mõõdetud väärtused.

Parameeter	Mõõde
Peaturvakaare alumise osa laius	1370 mm
Peaturvakaare alumise osa paindekoht	580 mm
Peaturvakaare ülemise osa laius	960 mm
Peaturvakaare samba välimisest osast ülemise painde välimise servani	950 mm
Tagumise toe pikkus	900 mm
Tagumiste tugede omavaheline kaugus	1300 mm

Tabelis 2 välja toodud mõõtmete põhjal saab valmistada turvakaare joonised, millelt leiab puuduvad pikkused, milleks on diagonaallülid.

### 4.3 Turvakaare mudel

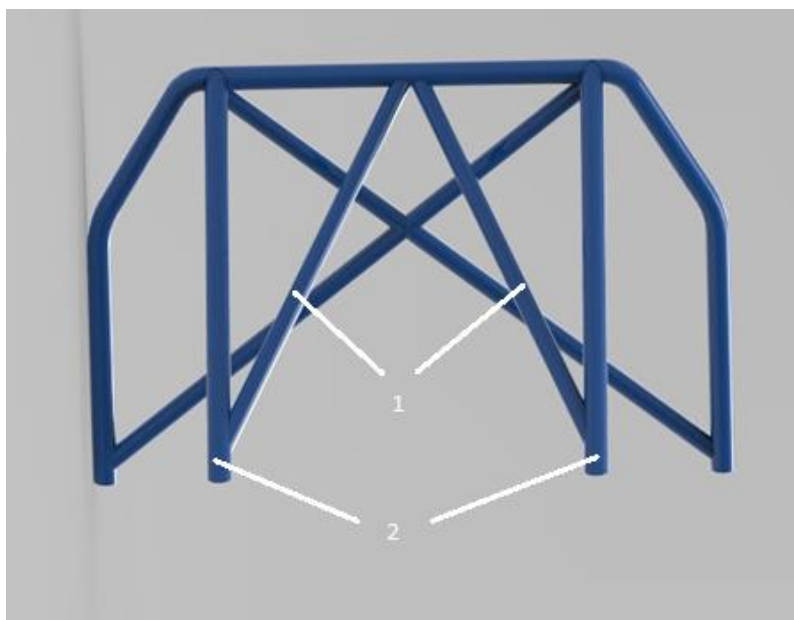
Solid Edge ST10 projekteerimistarkvara kasutades valmis turvakaare mudel. Järgnevalt on välja toodud turvakaar erinevates vaadetes ning selle osad.



**Joonis 13.** Turvakaare mudel eestvaates.

Märkused:

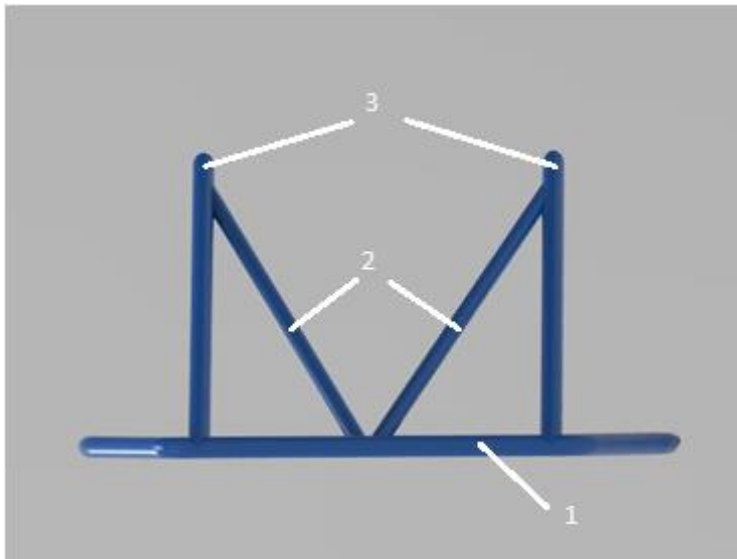
1. Peaturvakaar
2. Peaturvakaare diagonaalid



**Joonis 14.** Turvakaare mudel tagantvaates.

Märkused:

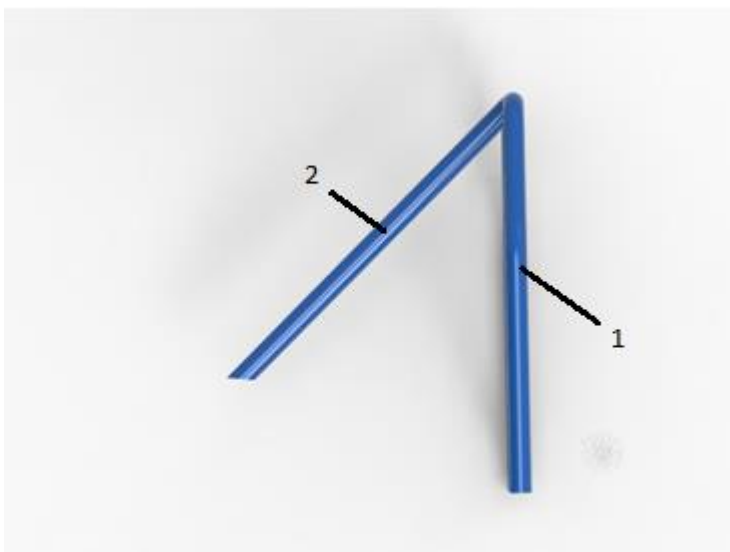
1. Lisa tugevduslülid
2. Turvakaare tagumised toed



**Joonis 15.** Turvakaare mudel pealtvaates.

Märkused:

1. Peaturvakaar
2. Lisa tugevduslülid
3. Turvakaare tagumised toed



**Joonis 16.** Turvakaare mudel külgvaates

Märkused:

1. Lisa tugevduslülid
2. Turvakaare tagumised toed

Turvakaare sammaste alla pole lisatud kinnitusplaate, sest need saab täpse asetusega lisada autosse alles turvakaare keevitamisel.

## 5. TURVAKAARE EHTUS

Turvakaare projekteeritud jooniste olemasolul on konstruktsiooni ehituseks tarvis otsida heade venimis- ning keevitusomadustega materjal, toru painutaja ning keevitaja.

*FIA* nõuetele vastavat torumaterjali pakub Harju maakonnas Maardus asuv AS Uweko. Peaturvakaare jaoks pakuvad nad külmtõmmatud õmbuseta terastoru S355+N mõõduga 50,0x2,0 mm, mis vastab *ISO* standardile EVS-EN 10305-1:2016 [6,8].

Turvakaare tagatugede ning lisalülide jaoks saab *FIA* nõuetele vastavuses kasutada AS Uweko poolt pakutavat külmtõmmatud õmbluseta terastoru S355+N mõõduga 40,0x2,0 mm, mis on samuti vastavuses *ISO* standardile EVS-EN 10305-1:2016 [7,8]. Nimetatud torusid pakub firma 6.0-6.1 meetri pikkuste toorikutena.

Materjal S355+N vastab *FIA* poolt kehtestatud nõuetele. Tegemist on konstruktsiooniterasega, mille voolepiiriks on 355 MPa. Tähis "N" näitab, et tegu on normaliseeritud termotöödeldud terasega, millele on peale kuumutamist ja seisutamist lõõmutustemperatuuril ning õhus toimunud jahutamisega saavutatud normaalne peenterastruktuur, mis sobib hästi keevistoodetele kasutamiseks [9].

Painutamisel ei tohi toru muutuda ülemäära ovaalseks. Väiksema ja suurema läbimõõdu suhe peab olema suurem või võrdne kui 0,9. Painde kohas peab materjali pind olema lainetusteta, pragudeta ning sile ja tasane [1].

*FIA* nõuded ütlevad, et kõik keevitused peavad ümber kogu toru olema täiskeevitused. Keevitused tuleb teha eelistatavalt gaasikeskkonnas ning kvaliteet peab olema võimalikult kõrge. Reeglites on kirjas, et kuigi väliselt solidne keevitusõmblus ei pruugi näidata head kvaliteeti, ei tähenda väliselt vilets õmblus mitte mingisugust kvaliteeti [1].

Kõige keerulisem on saada ümber toru täiskeevitus turvakaare tagatugede ülemistes osades. Sellel põhjusel tuleb see osa keevitada ilma alumiste kinnituselusteta, et turvakaar oleks autos keevisliite tegemise korral katusest võimalikult kaugel.



## KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli koostada turvakaar tänavasõiduautole Mitsubishi Colt CA0 ja see valmistada, arvestades Maanteeameti ning Eesti Autospordi Liidu rahvaspordi alajaotuse reegleid. Antud bakalaureusetöö neljast püstitatud ülesandest sai täidetud kolm:

1. Töö autor andis ülevaate rahvaspordist, selle tehnilistest tingimustest ning selgitas maanteeameti tingimusi turvakaarele.
2. Tutvustati ohutussõrestiku olulisust ning selle konstruktsioonilist ülesehitust ja nõudeid, mis on ette antud Rahvusvahelise Autoliidu (*FIA*) poolt.
3. Tehti ettevalmistused ning mõõtmised sõidukile Mitsubishi Colt CA0, mille järgi on võimalik valmistada turvakaar.

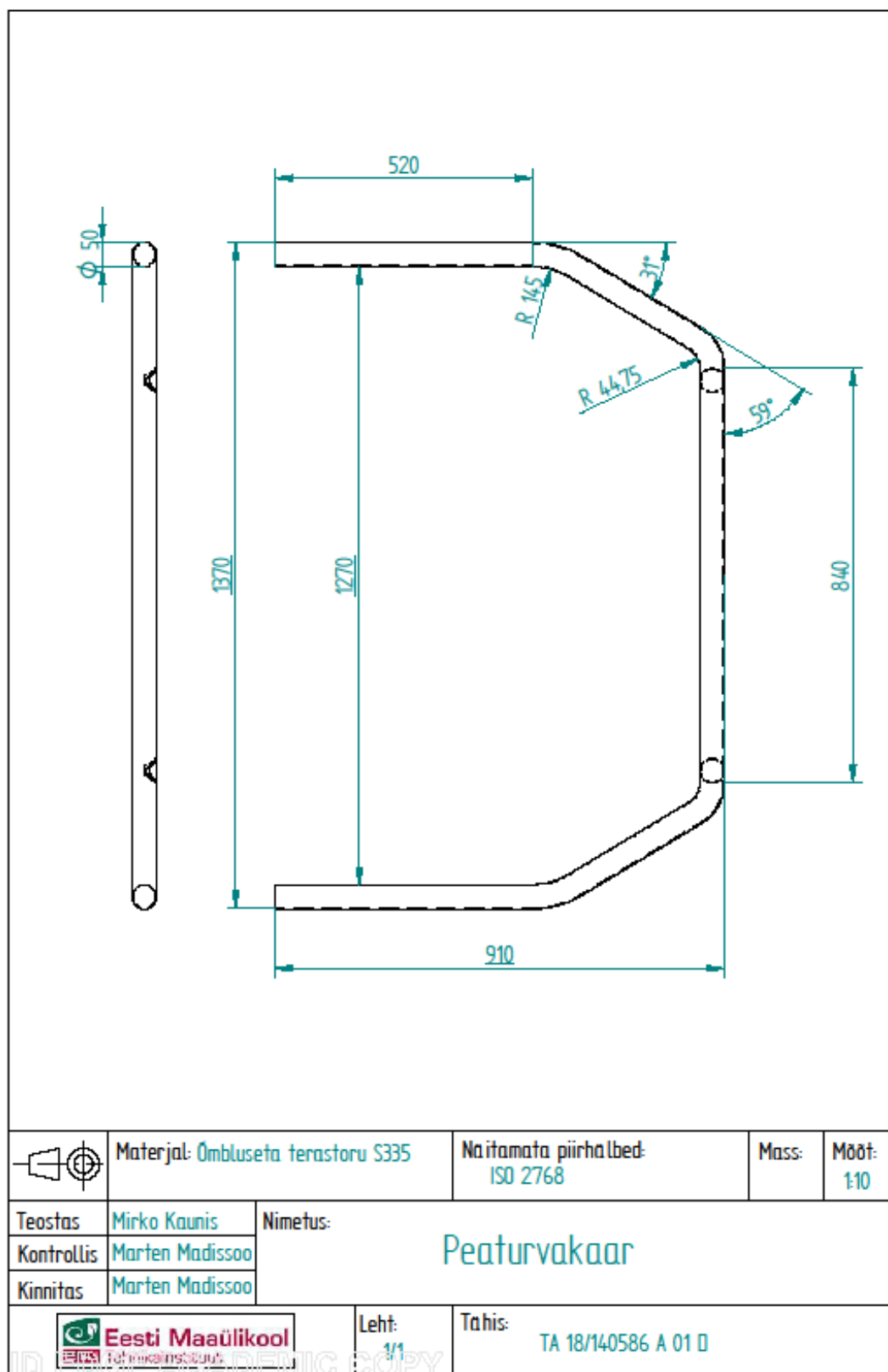
Neljas ülesanne, milleks on turvakaare valmistamine ning sõidukisse paigaldamine, on teostamisel. Protsess on käimas ning lähitulevikus paigaldatakse turvakaar kindlasti ka autosse.

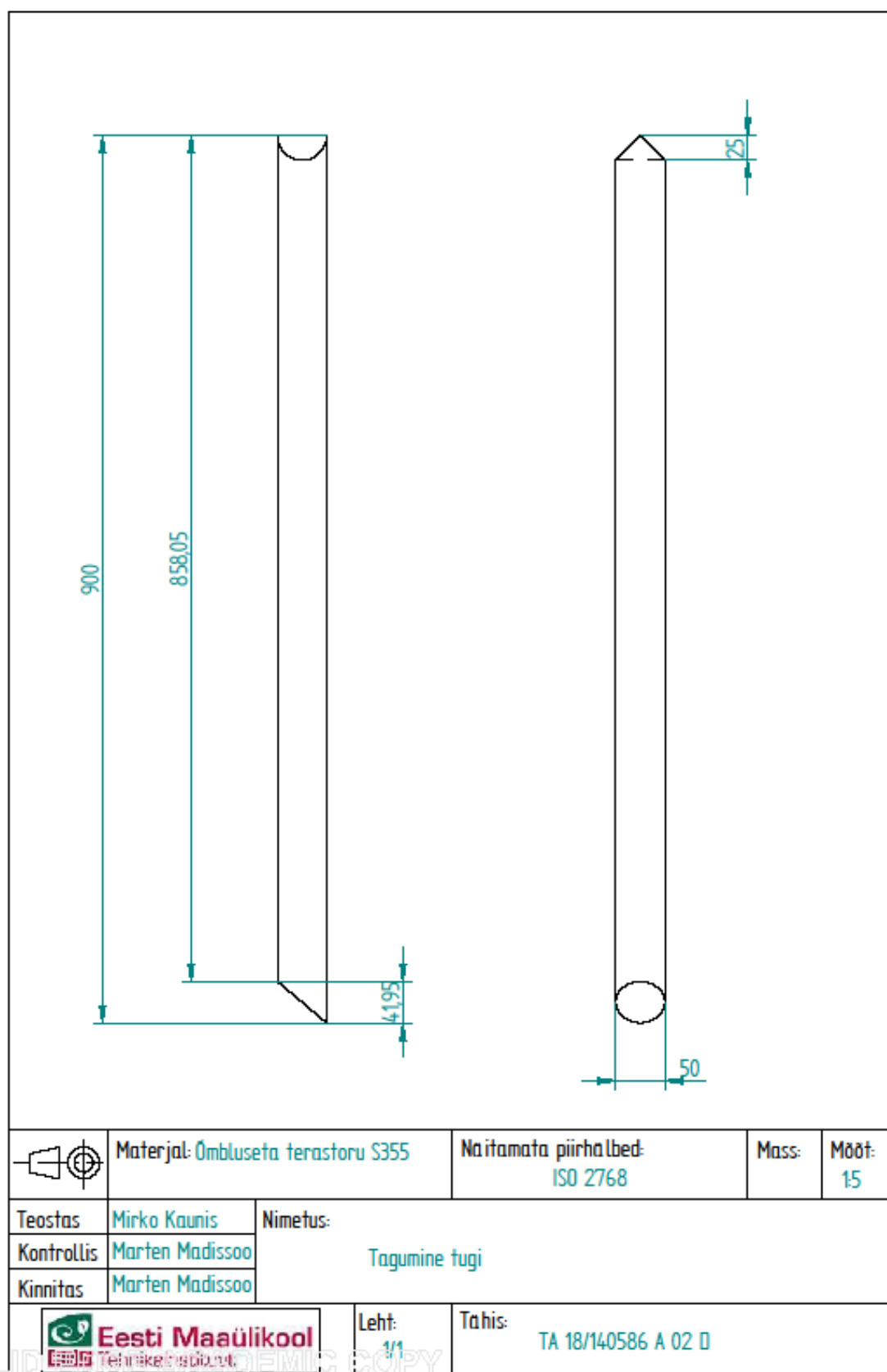
## KIRJANDUS

1. Autospordi reegliraamat 2011. (2011). Tallinn: Eesti Autospordi Liit. 256 lk.
2. Rahvasprindi võistlusmäärus 2018. (avaldatud 01.01.2018). – *Eesti Autospordi Liidu juhatus*[http://autosport.ee/rallyreg/public/series\\_file/EAL%20rahvasprindi%20võistlusmäärus%202018.pdf](http://autosport.ee/rallyreg/public/series_file/EAL%20rahvasprindi%20võistlusmäärus%202018.pdf) (02.05.2018)
3. Rahvaralli võistlusmäärus 2018. (avaldatud 01.01.2018). – *Eesti Autospordi Liidu juhatus*[http://autosport.ee/rallyreg/public/series\\_file/EAL%20rahvaralli%20KV%20võistlusmäärus%202018.pdf](http://autosport.ee/rallyreg/public/series_file/EAL%20rahvaralli%20KV%20võistlusmäärus%202018.pdf) (02.05.2018)
4. Rahvaralli ja rahvasprindi tehnilised tingimused 2018. (avaldatud 01.01.2018). – *Eesti Autospordi Liidu juhatus*[http://autosport.ee/rallyreg/public/series\\_file/EAL%20rahvasprindi%20tehnilised%20tingimused%202018.pdf](http://autosport.ee/rallyreg/public/series_file/EAL%20rahvasprindi%20tehnilised%20tingimused%202018.pdf) (02.05.2018)
5. Safety equipment appendix J – article 253, 2018. (avaldatud 07.12.2017). – *FIA Technical Department*<http://www.safetydevices.com/uploads/ckfinder/Appendix%20J%20-%202018.pdf> (15.04.2018)
6. Uweko. (2017). <http://www.uweko.ee/tooted/ombluseta-toru-50-0x2-0mm-e355n-en10305-1-16-0-6-1m/> (12.05.2018)
7. Uweko. (2017). <http://www.uweko.ee/tooted/ombluseta-toru-40-0x2-0mm-e355n-en10305-1-16-0-6-1m/> (12.05.2018)
8. Eesti Standardikeskus. (2016). <https://www.evs.ee/tooted/evs-en-10305-1-2016> (20.05.2018)
9. Mehaanikainseneri käsiraamat. (2015). /Toim. P. Kulu, E. Hendre. Tallinn: TTÜ Kirjastus. 492 lk.

**LISAD**

## LISA A. Turvakaare joonised





**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, \_\_\_\_\_,  
(*autori nimi*)

sünniaeg \_\_\_\_\_,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_,  
(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja on \_\_\_\_\_,  
(*juhendaja nimi*)

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor \_\_\_\_\_  
(*allkiri*)

Tartu, \_\_\_\_\_  
(*kuupäev*)

---

**Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

\_\_\_\_\_  
(*juhendaja nimi ja allkiri*)

\_\_\_\_\_  
(*kuupäev*)